СЕКРЕТЫ ПАЯЛЬНО-РЕМОНТНОГО ИНСТРУМЕНТА (часть 1)

Виктор Новоселов, к.т.н.

Разработка новых типов корпусов электронных компонентов вызвала появление новых технологий пайки и паяльных инструментов. Мы будем рассказывать о продукции всех ведущих производителей паяльного оборудования, представленной на российском рынке.

Цикл статей под заглавием «Секреты паяльно-ремонтного инструмента» задуман так, чтобы и молодые специалисты в области радиомонтажа, и матерые профессионалы взяли что-то себе на заметку и применили на практике. Приводимая ниже информация адресована также тем, кто по долгу службы и по велению времени занимается техническим оснащением служб ремонта радиоэлектронной аппаратуры и производственных участков ручной пайки/ремонта. Речь пойдет об импортных паяльно-ремонтных станциях с акцентом на тех их качествах, за которые приходится немало платить при покупке, а затем правильно использовать так, чтобы вложения побыстрее окупились и принесли прибыль. Значительная часть приемов пайки и выпаивания универсальна в отношении инструментов различных фирм-изготовителей; в примерах даны ссылки на конкретные модели, по технико-экономическим параметрам наиболее подходящие для соответствующих работ.

Как известно, типовая паяльно-ремонтная процедура включает этапы:

- демонтаж компонента (по возможности щадящий);
- очистка контактных площадок или отверстий, подготовка их к установке замещающего компонента;
- пайка замещающего компонента на место удаленного.

В зависимости от того, монтирован компонент в отверстия или на поверхность, используются разные инструменты. В первом случае начальные этапы удобно реализовать с помощью вакуумного термоотсоса (обо всем, что связано с использованием воздуха в паяльно-ремонтном инструменте, речь пойдет позже). Пайка замещающего компонента в отверстия вряд ли требует комментариев. Иное дело — поверхностный монтаж. Переход к технологии поверхностного монтажа (SMT) сегодня осуществляется в массовом масштабе. Поэтому не только серийное паяльное оборудование SMT, но и ремонтный инструмент SMT вызывает повышенный интерес. И если мелкосерийное (штучное) производство настольных SMT печей в бывшем СССР кое-где теплится, то паяльно-ремонтный инструмент сегодня импортируется, в основном — из Европы.

1. Контактная пайка и выпаивание компонентов, монтируемых на поверхность

Возможно ли микросхему в корпусе QFP208 с шагом выводов 0,4 мм припаять всего за пару минут «обычным» паяльником с качеством, не уступающим серийному? Нужны ли для этого самые дорогие расходные матералы? Какими качествами должен обладать инструмент для подобной работы?

Для выполнения большинства паяльно-ремонтных работ SMT достаточно возможностей контактного инструмента, самого простого и недорогого по сравнению с конвекционными и инфракрасными паяльно-ремонтными комбайнами — этот тезис лежит в основе первой статьи цикла. Удачными примерами, его подтверждающими, являются паяльно-ремонтные станции немецкой фирмы ERSA, по технико-экономическим параметрам (то есть по отношению качества к цене) стабильно значащиеся в числе мировых лидеров. Почему? Залогом обеспечения надежности паяных соединений при использовании расходных материалов приемлемого качества являются два базовых параметра: температура и время. Правильной температурой пайки является стабильная «низкая» температура, достаточная для непрерывного оплавления, но не завышенная, к которой порой стремятся радиомонтажники со сдельной оплатой труда при работе тонкими жалами. Достаточная продолжительность пайки важна для завершения химических процессов и образования прочного сплава. Продолжительность пайки находится во власти радиомонтажника, а обеспечение стабильности температуры — задача инструмента. Поддержание стабильной температуры в точке пайки (в идеале — независимо от массы и теплопроводности объекта) предполагает:

- эффективное слежение за температурой в точке пайки (точнее, как можно ближе к ней);
- быструю «подкачку» тепла при охлаждении жала в результате касания объекта пайки.

В технологии ERSA SENSOTRONIC применяется термосенсор, вводимый вместе с нагревателем в полость паяльного жала (наиболее глубоко — в жалах

серии 612 для паяльника TechTool, в меньшей степени — в жалах серии 832/842 для паяльника PowerTool). Термосенсор приближен вплотную, на расстояние нескольких миллиметров к фактической точке пайки



Рис. 1. Близость сенсора к точке пайки — залог точности измерения температуры

(рис.1): при высокой теплопроводности оконечной части жала именно это является залогом точности контроля температуры. В результате удается достичь уникально малой (1...2°С) погрешности измерения температуры, отображаемой затем в цифровом виде на семисегментных индикаторах станций MicroCon60 и Digital60. Технология ERSA RESISTRONIC тоже основана на измерении реальной температуры инструмента, но иным способом. Сопротивление керамического нагревательного элемента ERSA в диапазоне от единиц до десятков Ом обратно пропорционально температуре; с высокой точностью оно измерятся электронными блоками станций ERSA. Баланс точности измерения (RESISTRONIC) и аналоговой регулировки температуры достигнут в станциях SMTUNIT60, Analog20/60/80, Twin80, Rework80 и ряде других. Быстрая термокомпенсация обеспечивается двумя решениями. Во-первых, применяемые в паяльниках и термопинцетах ERSA керамические нагревательные элементы способны форсированно передавать втрое большую мощность, чем традиционные проволочные. Во вторых, поскольку стандартные медные наконечники не успевают за быстрым изменением подводимой мощности, то в технологии SENSOTRONIC для форсированной теплопередачи используется серебро (при этом цена жал остается в разумных пределах).

Покупать паяльные жала ERSADUR приходится значительно реже обычных. Жала имеют многослойную структуру, внешние слои которой отвечают за долговечность, а внутренние — за теплопроводность. Очевидно, при прогорании такие жала не подлежат дальнейшему использованию. Приспособлением для очистки жал в процессе пайки является губка из вискозы, обильно смоченная водой. При выключении паяльника не нужно очищать жало до следующего сеанса работы: это предохранит его от окисления в охлажденном состоянии и позволит эксплуатировать еще дольше. В зависимости от интенсивности работ и температурного режима большинство жал ERSA служит от полугода до нескольких лет. Для повышения производительности паяльно-ремонтных работ не последнее значение имеет и техника замены горячих паяльных жал на инструменте. При использовании резьбового крепления (серия 612) процесс смены жала занимает единицы секунд, и в технологии SENSOTRONIC электронный блок на это время допускается даже не выключать. Впрочем, спокойнее все же его выключить на время замены жала, тем более что при повторном включении нагрев паяльника от комнатной температуры до 280°С происходит за какие-нибудь 15...20 секунд. Миниатюрные жала серии 212, а также насадки для выпаивания серии 422 имеют фрикционное крепление и могут быть также заменены в течение секунд. В конструкции наиболее дешевых жал серии 832/842 используется пружина для прижатия жала к введенному в его полость нагревательному элементу, поэтому скорость смены жала зависит от сноровки радиомонтажника. Если замена горячего жала серии 612 выполняется без какого бы то ни было инструмента, то для замены горячих жал серий 212, 832, 842 и насадок серии 422 (рис.2) удобно пользоваться специальными щипцами-круглогубцами с диаметром, соответствующим внешнему диаметру жал.

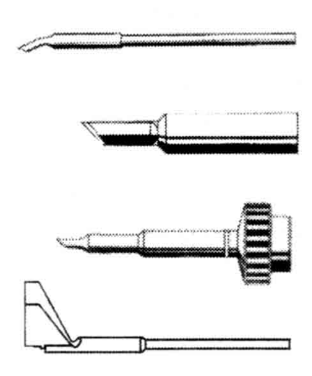


Рис. 2. Разновидности конструкции паяльных жал

Отсутствие массивных нагреваемых элементов в конструкции паяльника избавляет от побочного разогрева соседних объектов (тепловая энергия передается в точку пайки почти без потерь) и создает у радиомонтажника ощущуние комфорта: паяльник легкий, рукоятка при работе не нагревается. На рабочую зону рукоятки можно надеть смягчающую поролоновую муфту. Материалы, из которых изготовлены рукоятки большинства паяльных инструментов ERSA, шнуры питания и элементы конструкции корпуса — антистатические, то есть при трении не образуется статический заряд, таящий опасность электрического повреждения дорогостоящих микросхем.

К числу очень эффективных относятся жала типа «микроволна». В перечне фирмы ERSA это жала 212MS, 212WD, 212OD, 612TW и 832PW, различающиеся диаметром и типом крепления, но идентичные по принципу действия. Принцип такой же, как при пайке волной в печах, а именно: под действием сил поверхностного натяжения в смачиваемых местах пайки (на выводах

компонентов, контактных площадках) при прохождении волны припоя «автоматически» осаждается необходимое его количество. Применительно к ручной пайке микросхем с малым шагом выводов (fine pitch) процедура выглядит так. Микросхему устанавливают на предварительно подготовленные (залуженные с помощью аналогичного жала «микроволна») контактные площадки, действуя антистатическим ручным вакуумным манипулятором Vampire. Манипулятор позволяет подхватить и перенести QFP корпус за верхнюю плоскость, а не за боковые грани с вероятностью механической деформации тонких выводов и электростатического повреждения микросхемы. Затем микросхему точно позиционируют с помощью прецизионного SMD-пинцета (например, фирмы Bernstein 5-054). Для закрепления микросхемы можно припаять два диагонально противоположных крайних вывода тонким жалом. Наконец, можно приступать к групповой пайке «псевдоволной» каждой из четырех линеек выводов. Пайка займет всего несколько секунд — гораздо меньше, чем предварительная подготовка. Линейку выводов микросхемы сначала флюсуют (наиболее удобен гель-флюс или крем-флюс, не требующий отмывки. Емкость на конце жала TechWell (или аналогичного) заполняют припоем с едва заметной горкой, а затем неспешно, почти без нажима перемещают жало перпендикулярно выводам микросхемы (рис. 3) от начала линейки и до конца. Типовая температура пайки псевдоволной при устанавливается в диапазоне 235°C...289°C, однако принципиальное значение имеет здесь не столько точность установки температуры, сколько ее стабильность при перемещении жала от начала до конца каждой линейки выводов (вот где сказывается отличие высококачественного инструмента от «обычного» паяльника!). Качество пайки можно оценить визуально и на слух (проводя SMD-пинцетом по линейке припаянных выводов и вслушиваясь в издаваемый при этом звонкий звук). Аналогичная техника используется для пайки микросхем в корпусах PLCC (однако для них удобнее ножевидное жало 612MD с боковой рабочей плоскостью). Во всех случаях нет необходимости ни в дорогой паяльной пасте, ни в дорогом припое. Подойдет любой качественный припой, например, миллиметровый Sn60Pb40 или Sn63Pb37 по DIN1707, при специальных требованиях — Sn62Pb36Ag2. Экономия в расходных материалах налицо. А в затратах на оборудование? Применение паяльника с жалом типа «микроволна» при пайке микросхем с малым шагом позволяет получить качественный результат за минуты, не требуя ни дорогостоящего дозатора пасты, ни термофена, которые в сумме «тянут» на две-три тысячи долларов. Чем не блестящий образец использования технически простых, надежных и экономичных решений!

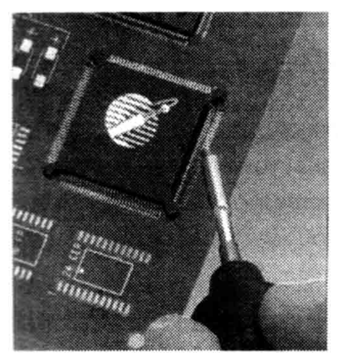


Рис. 3. Групповая пайка выводов жалом MicroWell

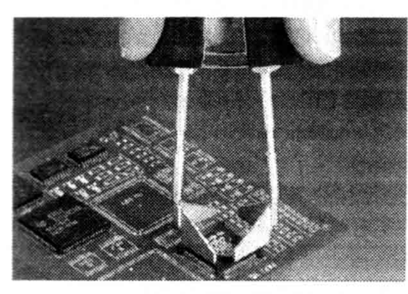


Рис. 4. Демонтаж SMD компонентов при помощи термопинцета

Демонтаж (выпаивание и удаление поверхностно-монтированных компонентов с платы) удобнее всего осуществлять термопинцетом (рис.4), а последующую очистку контактных площадок дешевле всего выполнять с помощью впитывающей медной оплетки. Так, применение широкого спектра сменных насадок позволяет использовать термопинцет ERSA для удаления пассивных компонентов от типоразмера 0402 (игольчатые насадки диаметром 0,2 мм) до микросхем в корпусах PLCC и QFP с числом выводов более 100 (прямоугольные насадки). Для удаления корпусов с числом выводов 200-300 мощность термопинцета ERSA (2x20Вт при 350°C, 2x30Вт при 280°C) недостаточна, и рекомендуется использовать универсальную инфракрасную установку IR400A/IR500A, не требующую никаких насадок. Иного подхода придерживается фирма PACE, предлагающая три инструмента для демонтажа: термопинцет TT-65, термоэкстрактор TP-65 с присоской, и двойной термоэкстрактор DTP-80 с присоской (присоска служит для подъема планарных микросхем, которые сложно захватить боковым усилием). В любом случае процесс демонтажа с применением термопинцета или термоэкстрактора занимает 2...3 секунды. Предварительно на рабочие грани насадок следует нанести значительное количество припоя, а выводы микросхемы обработать флюсом. При демонтаже большого корпуса QFP можно предварительно «залить» выводы избыточным количеством

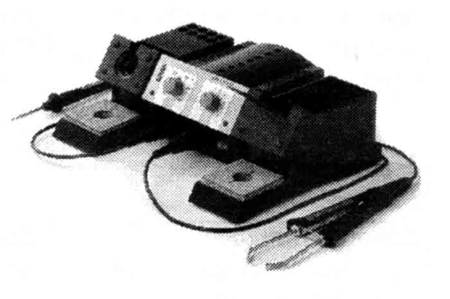


Рис. 5. Паяльно-ремонтная станция ERSA SMT UNIT60A

припоя для замыкания их между собой и, таким образом, улучшения теплопроводности для более равномерного прогрева при последующем выпаивании микросхемы. Остатки припоя удалить с платы будет несложно. Если за 3 секунды не удалось завершить демонтаж, то надо сделать передышку, чтобы избежать температурного шока микросхемы. Установка оптимальной мощности нагрева термопинцета затруднена из-за изобилия видов насадок: чем более массивна насадка, тем большая мощность требуется для поддержания постоянной температуры на ее рабочих гранях. В инструкцию по эксплуатации, как правило, входит таблица соответствия условных единиц шкалы температур и типов насадок, а цифровая индикация температуры (если она и имеет место) носит приближенный характер, ибо конкретный тип насадок, установленных на термопинцет, не может быть идентифицирован электронным блоком автоматически.



Рис. 6. Паяльно-ремонтная станция ERSA MicroCon60A

Для выполнения паяльно-ремонтных работ с малоразмерными пассивными SMD компонентами и микросхемами (со стороной до 40 мм при двухрядном расположении выводов и до 30 мм при четырехстороннем) наиболее экономичным решением ERSA является двухканальная антистатическая станция SMT UNIT60 с микропаяльником MicroTool и термопинцетом Pincette40 (рис.5). Разумная альтернатива — универсальная одноканальная антистатическая станция ERSA MicroCon60A с паяльником TechTool (рис.6), которую придется доукомплектовать термопинцетом Pincette40, но зато один электронный блок сможет попеременно работать с любым из инструментов контактного типа: паяльниками MicroTool/TechTool/PowerTool мощностью 20Вт/60Вт/100Вт и термопинцетом Pincette40. В дальнейшем к нему же можно подключить и вакуумный термоотсос XTool. Паяльник TechTool (технология SENSOTRONIC, жала серии 612) идеален для большинства операций монтажа компонентов как на поверхность, так и в отверстия; для компонентов с шагом менее 0,5 мм удобнее использовать паяльник MicroTool (технология RESISTRONIC, жала серии 212), тогда как мощный паяльник PowerTool (технология SENSOTRONIC, жала серии 632/642) хорош для пайки массивных и многослойных соединений, а также для зачистки контактных площадок с помощью впитывающей медной оплетки. В табл. 1 приведены наиболее удачные варианты оснащения паяльно-ремонтного рабочего места (в минимальной комплектации).

Продолжение следует.

Таблица 1. Примеры рационального оснащения рабочих мест инструментом контактного типа

	Вариант 1	Вариант 2
Базовая модель паяльно-ремонтной станции для поверхностного монтажа	Двухканальный комбайн SMT Unit 60A, укомплектованный термопинцетом Pincette40 и паяльником MicroTool (20Вт)	Одноканальная универсальная станция MicroCon60A, укомплектованная паяльником TechTool (60Вт)
Принадлежности	Жала серии 212, насадки серии 422 (можно в наборе SMD8012/13), щипцы, Vampire, и проч.	Жала серии 612, Vampire, и проч.
Расширение спектра операций с компонентами, монтированными как на поверхность, так и в отверстия	Одноканальная станция Digital 60A с паяльником TechTool (60Вт) и жалами серии 612; одноканальная станция Digital 80A с паяльником PowerTool (80Вт) и жалами серии 832/842; термоотсос XTool с компрессором CU100A и электронным блоком DIG81XA	Термопинцет Pincette40; паяльник MicroTool (20Вт); насадки серии 422 и жала серии 212 (можно в наборе SMD8012/13); щипцы; паяльник PowerTool (80Вт) и жала серии 832/842; коммутатор MIC608A, возможность подключения термоотсоса XTool с компрессором (без DIG81XA)
Дополнительные преимущества варианта комплектования	Возможность эксплуатации нескольких инструментов на одном рабочем месте или раздельно на нескольких рабочих местах	Уникальность MicroCon60A: точность, запас мощности, функциональная гибкость, память установок температуры, RS-232